

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3900186 A1**

②① Aktenzeichen: P 39 00 186.5  
②② Anmeldetag: 5. 1. 89  
②③ Offenlegungstag: 12. 7. 90

⑤① Int. Cl. 5:  
**B21 K 21/08**  
B 21 K 1/14  
B 23 P 15/22  
B 23 P 13/00  
F 16 J 1/16

DE 3900186 A1

⑦① Anmelder:  
Schwäbische Hüttenwerke GmbH, 7080 Aalen, DE

⑦④ Vertreter:  
Lorenz, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 7920 Heidenheim

⑦② Erfinder:  
Härle, Hans A., Dipl.-Ing., 7085 Bopfingen, DE

⑤④ Verfahren zur Herstellung eines Kolbenbolzens

Bei einem Verfahren zur Herstellung eines Kolbenbolzens für einen Verbrennungsmotor aus einem Hohlstift wird ein hohler Rohling (2), dessen Ausgangslänge kürzer und dessen Außendurchmesser größer als im Endzustand ist, am Außenumfang derart umgeformt, daß er sich in den Außenbereichen (4) unter Reduzierung des Durchmessers wenigstens annähernd auf die gewünschte Endlänge und den Enddurchmesser verlängert, während der Mittelbereich (5) im wesentlichen den Ausgangsdurchmesser beibehält. Anschließend wird der Mittelbereich außen auf den Enddurchmesser gebracht, wobei die über den gewünschten Durchmesser überstehende Verstärkung (5) nach innen gedrückt, gepreßt oder geschlagen wird.

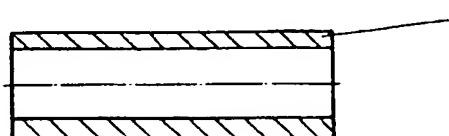


Fig. 1

DE 3900186 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Kolbenbolzens für einen Verbrennungsmotor aus einem Hohlstift und nach diesem Verfahren hergestellte Kolbenbolzen.

Bei Verbrennungsmotoren ist man bemüht, die bewegten Massen so gering wie möglich zu halten. Insbesondere gilt dies für Verbrennungsmotoren von Kraftfahrzeugen mit hohen Drehzahlen. Aus diesem Grund werden Kolben entsprechend aus leichtgewichtigen und trotzdem hoch belastbaren Materialien hergestellt. Zur Verbindung der Kolben mit der Kurbelwelle dienen bekanntlich Pleuel, die jeweils über einen in eine Querbohrung des Kolbens eingesetzten Kolbenbolzen mit dem Kolben verbunden sind.

Zur Gewichtseinsparung ist es bereits bekannt, den Kolbenbolzen aus einem Hohlstift zu bilden. Aus Stabilitäts- und Belastungsgründen müssen jedoch Mindestwandstärken eingehalten werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines Kolbenbolzens und einen Kolbenbolzen selbst zu schaffen, der trotz weiterer Gewichtsreduzierung eine ausreichende Stabilität- und Belastbarkeit besitzt.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß ein hohler Rohling, dessen Ausgangslänge kürzer und dessen Außendurchmesser größer als im Endzustand ist, am Außenumfang derart umgeformt wird, daß er sich in den Außenbereichen unter Reduzierung des Durchmessers wenigstens annähernd auf die gewünschte Endlänge und den Enddurchmesser verlängert, während der Mittenbereich im wesentlichen den Ausgangsdurchmesser beibehält, wonach der Mittelbereich außen auf den Enddurchmesser gebracht wird, wobei die über den gewünschten Durchmesser überstehende Verstärkung nach innen gedrückt, gepreßt oder geschlagen wird.

Bei der erfindungsgemäßen Lösung ging der Erfindung von der Erkenntnis aus, daß der Kolbenbolzen nicht überall gleich belastet ist bzw. daß es Bereiche einer höheren und einer niederen Belastung gibt, die von der Biegelinie abhängig sind.

Durch das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren wird dieser Tatsache nun Rechnung getragen. Im Bereich der Stellen, in denen der Kolbenbolzen in dem Kolben gelagert ist, ist dessen Belastung geringer, hingegen im mittleren Bereich, in welchem das Pleuel gelagert ist, höher. Aus diesem Grunde ist der erfindungsgemäße Kolbenbolzen nun so hergestellt, daß er im Außenbereich eine geringere Wandstärke, im mittleren Bereich hingegen eine höhere Wandstärke besitzt. Versuche haben ergeben, daß bei gleicher Stabilität bzw. Belastbarkeit eine Gewichtsersparnis von ca. 20 bis 30% erreicht werden kann.

Grundsätzlich ließe sich der Kolbenbolzen zwar auch durch eine entsprechende spanende Bearbeitung in der erfindungsgemäßen Form herstellen, aber damit wäre keine so hohe Belastbarkeit erreichbar, da im Unterschied zu dem erfindungsgemäßen Verfahren, bei dem darüber hinaus in den gefährdeten Bereichen eine Materialverdichtung und ein ungestörter Gefügeverlauf vorhanden ist, Spannungsspitzen und Gefügestörungen vorhanden wären.

Vorzugsweise wird die Erstumformung des Rohlings durch eine Kaltumformung, z. B. ein Rundkneten, erreicht. Dieses Arbeitsverfahren, der Umformvorgang und das Funktionsprinzip des Rundknetens, auch Rund-

hämmern genannt, ist ein Freiformen zur Querschnittsverminderung mit zwei oder mehreren Werkzeugen. Die Werkzeuge umschließen den zu vermindern den Querschnitt eines Werkstückes ganz oder teilweise und bringen dabei das Werkstück in die gewünschte Form.

In einer Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß der Rohling so formgepreßt wird, daß er in seinen beiden äußeren Endbereichen jeweils eine Verdickung erhält.

Neben der Verdickung im mittleren Bereich, an die sich eine dünnere Wandstärke anschließt, werden nunmehr die beiden Endbereiche im Bereich der Stirnseiten nochmals bezüglich ihrer Wandstärke verstärkt.

In der Praxis hat man nämlich festgestellt, daß aufgrund des hin- und hergehenden Kolbens, insbesondere bei der nach unten gerichteten Bewegung nach dem Zündvorgang, im äußeren Lagerbereich des Kolbenbolzens eine hohe Belastung auftritt, die zu der Gefahr führt, daß der Kolbenbolzen sich oval verformt, wobei die längere Achse der Verformung horizontal verläuft.

Durch eine entsprechende Erhöhung der Wandstärke in diesem Bereich erhält mit dem erfindungsgemäßen Verfahren der Kolbenbolzen entsprechend eine noch größere Stabilität.

Ein an die Anforderungen in der Praxis noch stärker angepaßtes Verfahren kann darin bestehen, daß die Formgebung des Rohlings so erfolgt, daß die nach innen eingeformten Verdickungen und Verdünnungen der Rohlingswand wenigstens annähernd der Belastungslinie des Kolbenbolzens folgen.

Dies bedeutet, daß z. B. in der Mittelachse des Kolbenbolzens eine geringere Wandstärke vorliegt, die seitlich links und rechts daneben, wobei die größte Wandstärke sich im Bereich der Stellen befindet, wo der Kolbenbolzen in den Lagerbereich in dem Kolben eintritt. Hier entstehen an beiden Seiten die größten Belastungen aufgrund des Biegemomentes, das anschließend wieder abfällt und ein erneutes Maximum jeweils auf beiden Stirnseiten findet. Auf diese Weise ergibt sich praktisch annähernd ein wellenförmiger Verlauf der Innenwand des Kolbenbolzens. Aufgrund der erfindungsgemäßen Umformtechnik ist jedoch diese Form ohne besondere Schwierigkeiten herstellbar.

Die vorstehend beschriebenen Formen für den erfindungsgemäßen Kolbenbolzen sind sowohl für feststehende als auch für sich drehende Kolbenbolzen geeignet.

Für einen feststehenden Kolbenbolzen ist in einer erfindungsgemäßen Weiterbildung vorgesehen, daß aus dem hohlen Rohling an zwei gegenüberliegenden Stellen aus dem Außenumfang nach außen Ausformungen über den gewünschten Enddurchmesser herausgeformt werden, wonach die Ausformungen nach innen gedrückt, gepreßt oder geschlagen werden, wobei der gewünschte Außendurchmesser eingestellt wird.

Bei einem feststehenden Kolbenbolzen befinden sich die höchsten Belastungen, d. h. die maximale Belastungslinie, auf der Ober- und der Unterseite. In diesem Falle kann man in einfacher Weise bei dem erfindungsgemäßen Verfahren an den gewünschten Stellen die Verdickungen anbringen. Im Querschnitt gesehen ergibt sich somit für die Innenbohrung jeweils im unteren und oberen Bereich eine Einschnürung.

Ein anderes erfindungsgemäßes Verfahren, das sowohl für feststehende als auch für rotierende Kolbenbolzen geeignet ist, kann darin bestehen, daß in einen hohlen Rohling mit einem über dem gewünschten Soll-durchmesser liegenden Durchmesser wenigstens in sei-

dem Mittelbereich in dessen Inneres ein Formwerkzeug, das mit Zähnen, nach außen ragenden Rippen, Stegen o. dgl. versehen ist, eingelegt wird, wonach der Rohling außenseitig auf den Enddurchmesser gebracht wird, wobei überschüssiges Material in die Lücken der Zähne, Rippen, Stege o. dgl. eingepreßt wird.

In diesem Falle wird beim Rundkneten Material in einen im Inneren der zuvor kreisrunden Bohrung eingelegten Kernes mit einer Verzahnung am Außenumfang, die sich über die gesamte Länge des Kolbenbolzens oder nur über einen mittleren Bereich davon erstreckt, beim Rundkneten in die Zahnluken hineingedrückt. Dies bedeutet, daß im Ausgangszustand der Rohling einen größeren Durchmesser besitzt und beim Rundkneten dieser auf seinen gewünschten Außendurchmesser gebracht wird, wobei das überschüssige Material in die Zahnluken eingedrückt wird.

Selbstverständlich muß dabei bezüglich des Kernes und der entsprechend dabei eingeformten Zähne keine genaue Zahnform eingehalten werden. Grundsätzlich ist es ausreichend, wenn hier mehrere große Rippen, Stege o. dgl. vorhanden sind.

Eine vorteilhafte Weiterbildung kann dabei darin bestehen, daß in das Innere des mit einer entsprechenden Verzahnung versehenen Rohlings eine Versteifungshülse eingebracht wird.

Auf diese Weise erhöht sich aufgrund einer Art Sandwich-Bauweise die Steifigkeit des Kolbenbolzens beträchtlich.

Nachfolgend sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung prinzipiell beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 einen Kolbenbolzen nach dem Stand der Technik im Längsschnitt,

Fig. 2 einen Ausgangsrohling für das erfindungsgemäße Verfahren,

Fig. 3 den Kolbenbolzen nach Fig. 2 nach einem ersten Verfahrensschritt,

Fig. 4 den Kolbenbolzen nach der Fig. 2 bzw. Fig. 3 im Endzustand,

Fig. 5 einen Kolbenbolzen anderer Bauweise im Halbschnitt im Endzustand,

Fig. 6 einen Rohling im Querschnitt während der ersten Verfahrensstufe nach einem anderen Herstellungsverfahren,

Fig. 7 den Kolbenbolzen nach der Fig. 6 im Endzustand,

Fig. 8 einen Querschnitt durch einen Kolbenbolzen im Endzustand nach einer anderen Herstellungsart.

In der Fig. 1 ist ein Kolbenbolzen 1 bekannter Bauart dargestellt, der als Hohlstift ausgebildet ist.

Wie aus der Fig. 2 ersichtlich ist, wird der erfindungsgemäße Kolbenbolzen aus einem hohlen Rohling 2 hergestellt, der kürzer und dicker ist als der Kolbenbolzen im Endzustand. Durch Hammerwerkzeuge 3, die über den Umfang des Rohlings 2 verteilt angeordnet sind, wird der Rohling in einem ersten Verfahrensschritt auf die Endlänge verlängert, wozu entsprechend Material aus den Endbereichen verwendet wird. Im mittleren Bereich bleibt der ursprüngliche größere Durchmesser unverändert oder nur wenig verändert.

In einem zweiten Arbeitsgang wird die Verdickung bzw. der größere Durchmesser im mittleren Bereich des Rohlings durch entsprechende Werkzeuge nach innen gedrückt, gepreßt oder geschlagen. Gegebenenfalls kann im Inneren des Rohlings auch ein Gegenhalter vorgesehen werden (nicht dargestellt).

Wie aus der Fig. 4 in der gestrichelten Darstellung

ersichtlich ist, befindet sich die Verstärkung bzw. Verdickung 5 des Kolbenbolzens in dem freien Bereich des Kolbens 6, in dem auch ein Pleuel 7 befestigt ist. Im Bereich des reduzierten Querschnittes, d. h. in den Endbereichen 4 des Kolbenbolzens, ist dieser in einer Querbohrung des Kolbens 6 gelagert, wo er weniger belastet ist.

Aus der Fig. 5 ist eine Querschnittsform des Kolbenbolzens 2 in seinem Endzustand ersichtlich, die eine Wellenform darstellt, welche wenigstens annähernd der Biegemomentlinie des Kolbenbolzens über dessen Länge entspricht. Wie ersichtlich befindet sich zwar ebenfalls im mittleren Bereich eine Verdickung mit zwei Maxima jeweils in dem Bereich, in dem der Kolbenbolzen in die Lagerstelle eintritt, aber im zentralen Bereich, wo eine geringere Belastung vorhanden ist, befindet sich ein Tal 9, während sich im Bereich der beiden Stirnseiten des Kolbenbolzens nochmals Verdickungen 10 befinden.

In den Fig. 6 und 7 ist die Herstellung eines Kolbenbolzens 2 dargestellt, der unverdrehbar in einer Bohrung des Kolbens 6 sitzt. In diesem Falle befindet sich der Bereich der stärksten Belastung in der Vertikalebene. Aus diesem Grunde wird aus einem Rohling 2 der Rundknet- oder Rundhämmervorgang so vorgenommen, daß auf der Unterseite und der Oberseite jeweils Materialverdickungen in Form von Ausformungen 11 aus dem zu Beginn runden Rohling, der einen entsprechend geringfügig größeren Durchmesser besitzt, als der Kolbenbolzen im Endzustand, nach außen gedrückt.

In einem zweiten Verfahrensschritt werden die beiden Ausformungen 11 nach innen gedrückt, gepreßt oder geschlagen, so daß — wie aus der Fig. 7 ersichtlich ist — der Kolbenbolzen 2 im Bereich der größten Belastung eine deutlich größere Wandstärke besitzt.

In der Fig. 8 ist ein Kolbenbolzen dargestellt, der bei der Herstellung so geformt worden ist, daß sich auf der Innenseiten eine Teilprofilform bzw. Zähne 12 ergeben. Hierzu wird in das Innere eines Rohlings mit kreisförmigem Querschnitt ein Kern eingebracht, der am Außenumfang mit einer Vielzahl von vorstehenden Rippen, Zähnen o. dgl. versehen ist. Der Rohling besitzt dabei ebenfalls einen geringfügig größeren Außendurchmesser als der Kolbenbolzen im Endzustand. Der Verlauf der Innenwand des Rohlings ist in der Fig. 8 gestrichelt eingezeichnet und entspricht im wesentlichen dem späteren Zahngrund. Bei der Durchmesserverringering während des Rundknetens wird das überschüssige Material in die Zahnluken bzw. Lücken zwischen den Rippen des nicht dargestellten Kernes eingeformt. Anschließend kann der Kern entnommen werden. Zur Erhöhung der Steifigkeit kann noch in das Innere des Kolbenbolzens eine leichtgewichtige Versteifungshülse 13 eingepaßt werden.

Das Verhältnis der Wandstärken zwischen den dünneren und dickeren Bereichen in dem Kolbenbolzen kann z. B. 2 : 1 sein. Bei einer Länge des Kolbenbolzens von z. B. 60 mm und einem Außendurchmesser von 22 mm im Endzustand kann die Wandstärke in den geringer belasteten Bereichen des Kolbenbolzens z. B. 2,5 mm betragen, während sie in den höher belasteten Bereichen zwischen 4 und 5 mm liegen kann. Selbstverständlich sind in Abhängigkeit von den Längen und Durchmessern des Kolbenbolzens und den zu erwartenden Belastungen im Rahmen der Erfindung auch noch andere Maße möglich.

1. Verfahren zur Herstellung eines Kolbenbolzens für einen Verbrennungsmotor aus einem Hohlstift, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein hohler Rohling (2), dessen Ausgangslänge kürzer und dessen Außendurchmesser größer als im Endzustand ist, am Außenumfang derart umgeformt wird, daß er sich in den Außenbereichen (4) unter Reduzierung des Durchmessers wenigstens annähernd auf die gewünschte Endlänge und den Enddurchmesser verlängert, während der Mittelbereich im wesentlichen den Ausgangsdurchmesser beibehält, wonach der Mittelbereich außen auf den Enddurchmesser gebracht wird, wobei die über den gewünschten Durchmesser überstehende Verstärkung (5) nach innen gedrückt, gepreßt oder geschlagen wird. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Rohling (2) so formgepreßt wird, daß er in den Endbereichen im Bereich seiner beiden Stirnseiten jeweils nochmals eine Verdickung (10) erhält. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Formgebung des Rohlings (2) so erfolgt, daß die nach innen eingeformten Verdickungen (5, 10) und Verdünnungen (4) der Rohlingwand wenigstens annähernd der Belastungslinie des Kolbenbolzens folgen. 15
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1—3, dadurch gekennzeichnet, daß die Erstumformung des Rohlings (2) durch eine Kaltumformung erfolgt. 20
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Erstumformung durch Rundkneten erfolgt. 25
6. Verfahren zur Herstellung eines Kolbenbolzens für einen Verbrennungsmotor aus einem Hohlstift, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem hohlen Rohling (2) an zwei gegenüberliegenden Stellen aus dem Außenumfang nach außen Ausformungen (11) über den gewünschten Enddurchmesser herausgeformt werden, wonach die Ausformungen (11) nach innen gedrückt, gepreßt oder geschlagen werden, wobei der gewünschte Außendurchmesser eingestellt wird. 30
7. Verfahren zur Herstellung eines Kolbenbolzens für einen Verbrennungsmotor aus einem Hohlstift, dadurch gekennzeichnet, daß in einen hohlen Rohling (2) mit einem über dem gewünschten Soll-durchmesser liegenden Durchmesser wenigstens in seinem Mittelbereich in dessen Inneres ein Formwerkzeug, das mit Zähnen, nach außen ragenden Rippen, Stegen o. dgl. versehen ist, eingelegt wird, wonach der Rohling außenseitig auf den Enddurchmesser gebracht wird, wobei überschüssiges Material in die Lücken der Zähne, Rippen, Stege o. dgl. (12) eingepreßt wird. 35
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß in das Innere des mit einer Verzahnung (12) versehenen Rohlings (2), eine Versteifungshülse (13) eingebracht wird. 40
9. Kolbenbolzen, der aus einem Hohlstift nach einem der Verfahren nach einem der Ansprüche 1—5 gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß er in seinem Mittelbereich wenigstens teilweise mit einer nach innen ragenden Verdickung (5) versehen ist. 45
10. Kolbenbolzen nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß er im Bereich der beiden Stirnseiten mit Verdickungen (10) versehen ist, wobei er 50

im wesentlichen im Bereich seiner Lagerstellen dünnwandiger ist.

11. Kolbenbolzen nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß er auf seinem Innenumfang annähernd der Belastungslinie des Kolbenbolzens angepaßt ist.

12. Kolbenbolzen, der aus einem Hohlstift nach dem Verfahren nach Anspruch 6 hergestellt ist, dadurch gekennzeichnet, daß er am Innenumfang auf zwei gegenüberliegenden Seiten mit nach innen ragenden Ausformungen (11) versehen ist.

13. Kolbenbolzen, der aus einem Hohlstift nach dem Verfahren nach Anspruch 7 hergestellt ist, dadurch gekennzeichnet, daß er am Innenumfang mit einer Kerbverzahnung (12) versehen ist.

14. Kolbenbolzen nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß im Inneren des Rohlings eine Versteifungshülse (13) angeordnet ist.

15. Kolbenbolzen nach einem der Ansprüche 9—14, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis zwischen dicken und dünnen Wandstärken wenigstens annähernd 2 : 1 beträgt.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

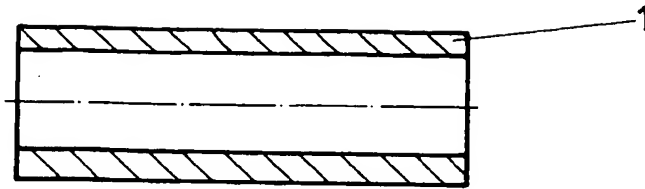


Fig. 1

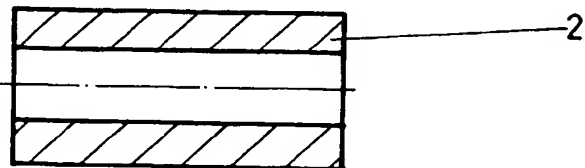


Fig. 2

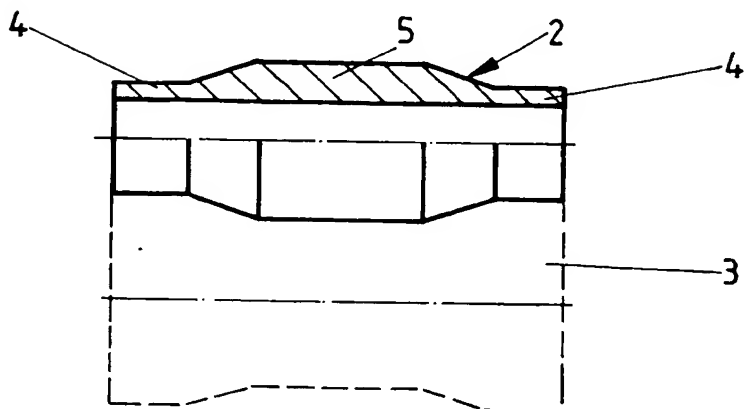


Fig. 3

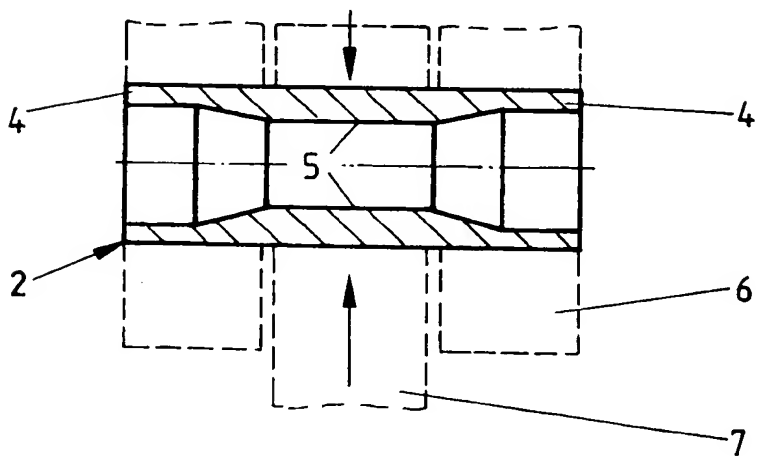


Fig. 4

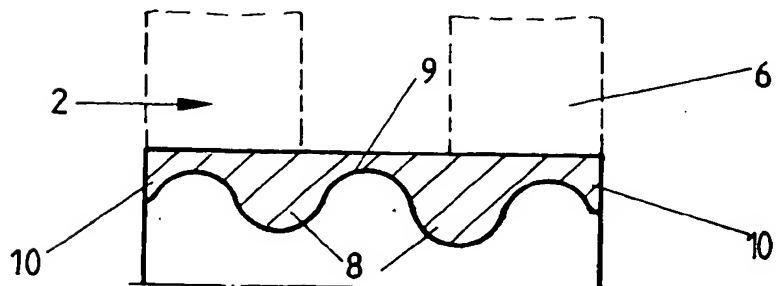


Fig. 5

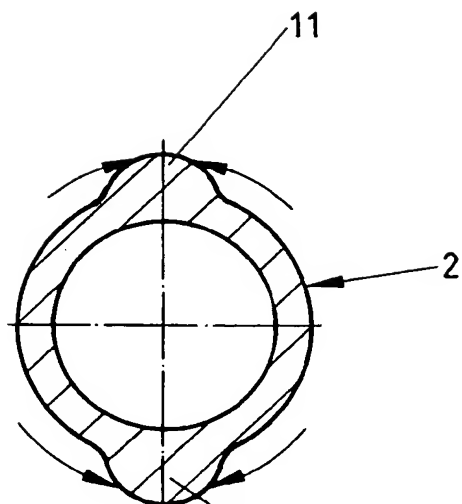


Fig. 6

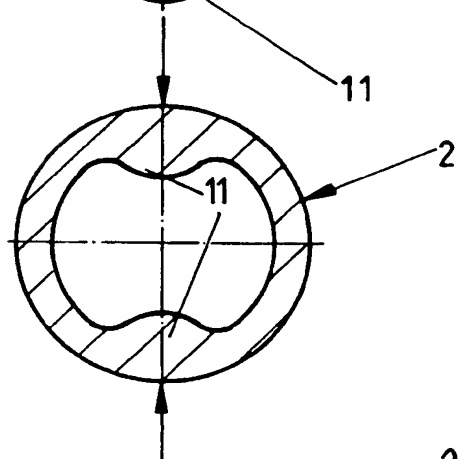


Fig. 7

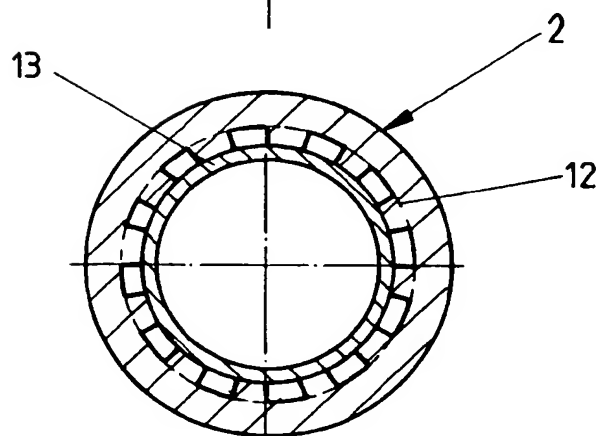


Fig. 8



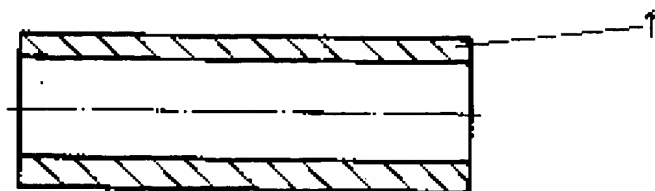


Fig. 1

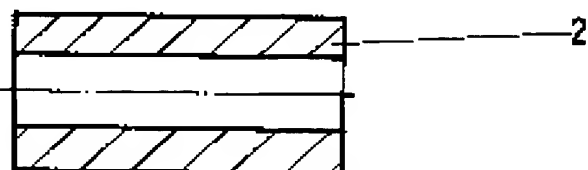


Fig. 2

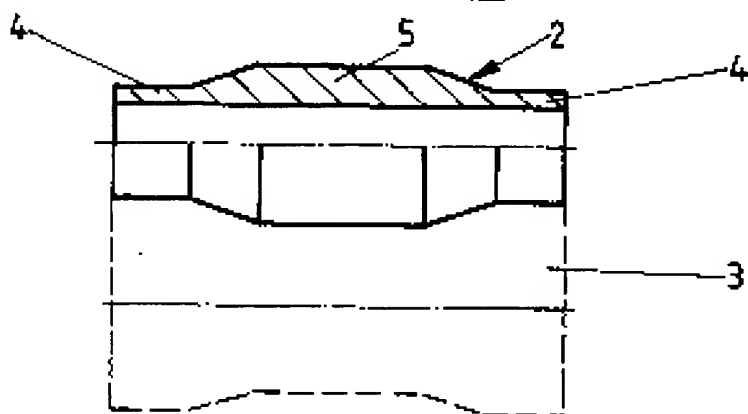


Fig. 3

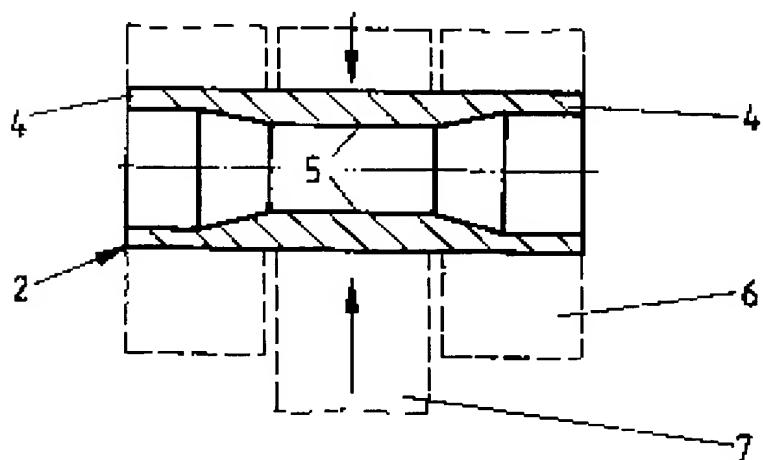


Fig. 4

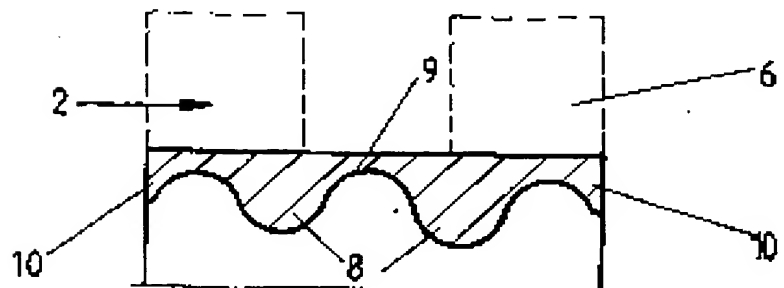


Fig. 5

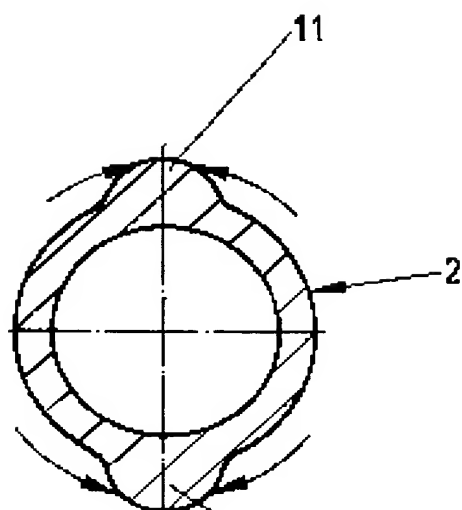


Fig. 6

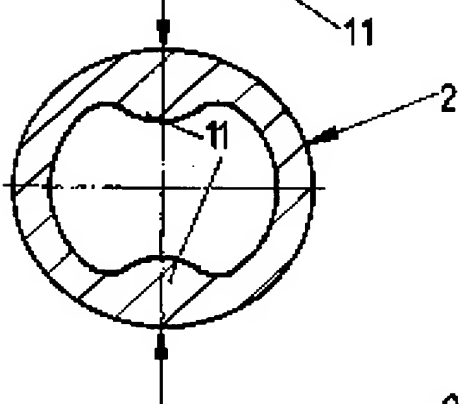


Fig. 7

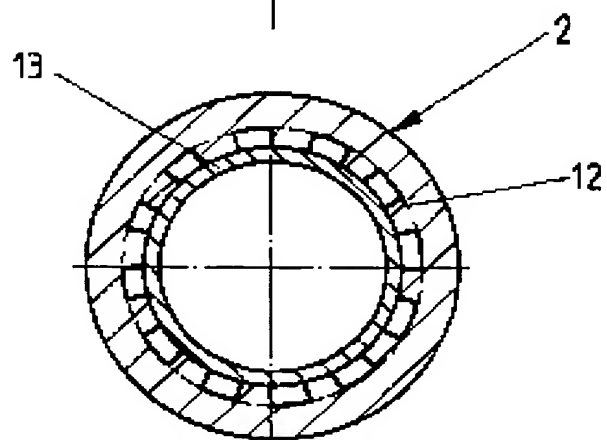


Fig. 8